

PATENT COOPERATION TREATY



PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE  
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL  
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

MORIYA, Kazuo  
Moriya and Company  
Lots Wako Building  
1-13, Nihonbashi-Honcho 3-chome  
Chuo-ku  
Tokyo 103-0023  
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 03 May 2001 (03.05.01)
--

Applicant's or agent's file reference		IMPORTANT NOTICE	
International application No. PCT/JP00/07230	International filing date (day/month/year) 18 October 2000 (18.10.00)	Priority date (day/month/year) 22 October 1999 (22.10.99)	
Applicant SHOWA ELECTRIC WIRE & CABLE CO., LTD. et al			

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:

KR,US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

CA,CN,EP,RU

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 03 May 2001 (03.05.01) under No. WO 01/31372

**REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)**

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a **demand for international preliminary examination** must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

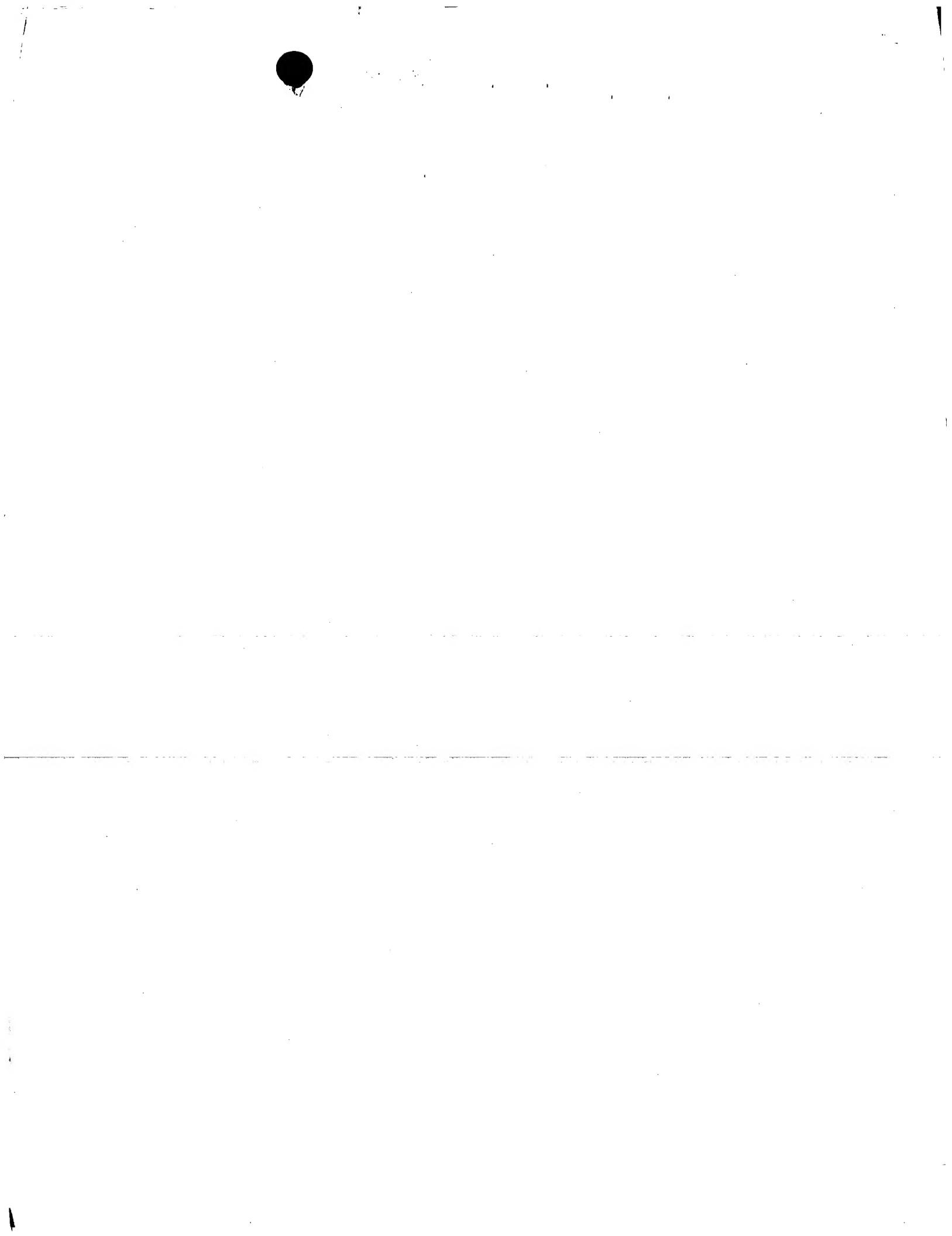
Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

**REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))**

If the applicant wishes to proceed with the international application in the **national phase**, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland  Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer  J. Zahra  Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---



10411  
(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001年5月3日 (03.05.2001)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/31372 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 6/00

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 昭和電線  
電纜株式会社 (SHOWA ELECTRIC WIRE & CABLE  
CO., LTD.) [JP/JP]; 〒210-0843 神奈川県川崎市川崎区  
小田栄2丁目1番1号 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP00/07230

(72) 発明者; および

(22) 国際出願日: 2000年10月18日 (18.10.2000)

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 渡辺 秀  
(WATANABE, Masaru) [JP/JP]. 松山 栄治 (MAT-  
SUYAMA, Eiji) [JP/JP]. 成瀬秋義 (Naruse, Akiyoshi)  
[JP/JP]. 村上 裕一 (MURAKAMI, Yuichi) [JP/JP]. 車  
田 健一 (MUTA, Kenichi) [JP/JP]. 山本 豊光 (YA-  
MAMOTO, Toyomitsu) [JP/JP]; 〒210-0843 神奈川県  
川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号 昭和電線電纜株式  
会社内 Kanagawa (JP).

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

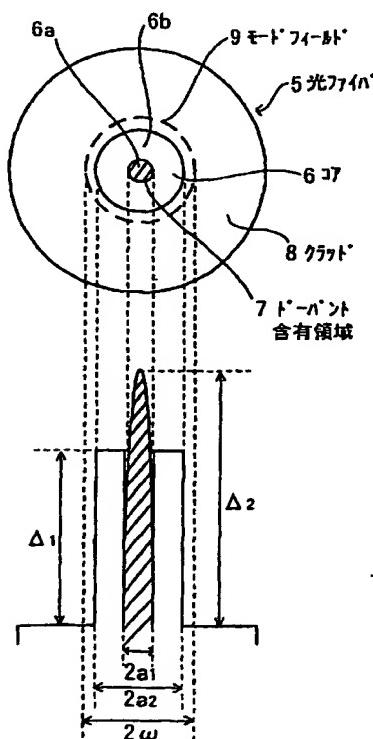
特願平11/300608

1999年10月22日 (22.10.1999) JP

[統葉有]

(54) Title: OPTICAL ATTENUATOR

(54) 発明の名称: 光減衰器



9...MODE FIELD    8...CLAD  
5...OPTICAL FIBER    7...DOPANT-CONTAINING REGION  
6...CORE

(57) Abstract: The region (6a) along and near the axis of the core (6) of a single mode optical fiber (5) has a refractive index higher than that of the peripheral region (6b) of the core, and the regions (6a, 6b) contain a dopant component concentratedly. With this, the dependence the mode field diameter on wavelength is increased. The proportion of the optical signal energy subjected to attenuation is thereby varied and the dependence of the optical attenuation of the dopant component on wavelength is canceled or increased. Consequently, the optical attenuation of an optical signal having a small wavelength difference can be constant, or the difference of optical attenuation due to difference of wavelength can be increased while limiting the concentration and dopant-containing region within a realizable range.

WO 01/31372 A1

[統葉有]



(74) 代理人: 弁理士 守谷一雄(MORIYA, Kazuo); 〒 103-0023 東京都中央区日本橋本町3丁目1番13号 ロッ ツ和興ビル 守谷内外特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(国内): CA, CN, KR, RU, US.

(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

添付公開類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドスノート」を参照。

---

(57) 要約:

シングルモード光ファイバ5のコア6内の軸芯付近6aの屈折率をコアの外周部分6bに比べ高くし、ドーパント部材をコア6の軸芯付近6a又は外周部分6bに集中的に含有させる。コア6内の軸芯付近6aの屈折率をコアの外周部分6bに比べ高くすることで、モードフィールド径の波長依存性が大きくなる。それにより、減衰の影響を受ける光信号エネルギーの割合が変化し、ドーパント部材の光減衰量の波長依存性が相殺又は増大される。その結果、波長差の小さい光信号に対して光減衰量を一定にしたり、又はドーパントの濃度や含有領域を実現可能な範囲に抑えつつ、波長の違いによる光減衰量の差を大きくすることができます。

## 明細書

## 光減衰器

## 技術分野

本発明は光減衰器に係わり、特に光通信、光計測、CATVシステム等の分野  
5において光信号を一定量減衰させるために使用される光減衰器に関する。

## 背景技術

従来から、光ファイバ中に一定の光減衰用のドーパント部材を含有させた光減衰器が広く一般に知られている。

この光減衰器に含有されるドーパント部材は、透過光の光減衰特性が光信号の  
10 波長により減衰量が可変し、したがって波長依存性があるので、例えば、1.3  
 $\mu\text{m}$ （短波長）、1.5  $\mu\text{m}$ （長波長）の異なる2波長の光信号を入力した場合、  
ほぼ同一の減衰量を得る目的で、光ファイバのモードフィールド径の調整やモー  
ドフィールド径に対するドーパント領域を限定することで、ほぼ同一量減衰量を  
得て波長依存性を少なくした光減衰器が知られている（特開平8-136736  
15 号公報、特開平136737号公報）。

近年、光通信の多様化に伴い、波長の差が狭い、例えば、1300 nm  $\pm$  50 nm  
あるいは1550 nm  $\pm$  50 nmといった狭い波長範囲であっても同一の光減衰量  
を得る（波長依存性をなくす）光減衰器やこれとは反対に、1.3  $\mu\text{m}$ （短波長）、  
1.5  $\mu\text{m}$ （長波長）の異なる2波長の光信号を入力した場合、光減衰量  
20 の波長依存特性を今まで以上に大きくした光減衰器も求められるようになった。

しかしながら、特開平8-136736号公報、特開平8-136737号公報に開示された光減衰器は、1.3  $\mu\text{m}$ （短波長）、1.5  $\mu\text{m}$ （長波長）といった離れた波長の異なる2波長の光信号を入力した場合には、ほぼ同一の減衰量を得られるので有効であるが、波長の差が小さい場合には、ドーパント領域の限  
25 定やモードフィールド径の調整だけでは、同一の光減衰量を得られない（波長依存特性が大きい）という問題があった。

一方、短波長と長波長の異なる2波長の光信号を入力した場合、光減衰量の波長依存特性を今まで以上に大きくするには、例えば、特開平8-136736号公報に開示された光減衰器に対して、モードフィールドを光ファイバの横断面か

ら見て、軸芯に近い部分で高い濃度を示すように、光信号の波長が短いほど光信号を大きく減衰させるドーパントを含有させるかあるいは、モードフィールドを光ファイバの横断面から見て、外周に近い部分に部分で高い濃度を示すように、光信号の波長が長いほど光信号を大きく減衰させるドーパントを含有させるれば  
5 理論的には実現できる。

また、特開平8-136737号公報についても同様に、モードフィールド径の波長特性と、ドーパント部材の波長特性の組み合わせを逆にすれば、理論的には実現できる。

しかしながら、ドーパントの含有濃度を高くして、モードフィールド径に対する含有領域を狭い範囲に限定すれば、短波長と長波長の光減衰量の差は大きくなるが、光ファイバ中に含有させることができるドーパント部材の含有濃度には限界があり、濃度が高すぎると光ファイバとして各特性が安定した製品を作成できないし、その含有領域が極めて狭いものは技術的に作成できないという難点があった。

本発明は、このような難点に鑑みなされたもので、ドーパントの含有濃度を比較的低く押さえながら、その含有範囲も実現できる範囲である光減衰器の構成で、第1には、極めて近い波長の異なる光信号に対して、光減衰量を一定にできる光減衰器を提供すること、第2には、波長が異なる光信号に対して、光ファイバの各特性を安定させた状態で、かつドーパント濃度や含有領域範囲が現実的であって光減衰量の差ができるだけ大きくできる光減衰器を提供することを目的とする。  
20 発明の開示

この目的を達成するために本発明の光減衰器は、シングルモード光ファイバのコアの中心部分の屈折率をコアの外周部分に比べ高くした構成にしたものである。この場合、コアの屈折率分布をグレーデットインデックス型（外周部分から中心部に向かって連続的に屈折率が高くなる）、放物線形状、三角波形状、方形波形状、台形波形状からなるグループから選ばれた1つとすることによりモードフィールド径の長短による透過光減衰量の波長依存特性を大きくしたものである。

この光減衰器の構成によって、必要な減衰特性を得るためにドーパント領域の制限幅の狭さを可能な限り広げ、濃度の濃さを極力低く抑えることができる。

本発明の光減衰器は、シングルモード光ファイバ中に波長が長いほど透過光を大きく減衰させるドーパント材料を含有したものであって、その含有領域をコアの中心部分に制限し、コアの中心部分の屈折率をコアの外周部分に比べ高くした構成にしたものである。この場合、ドーパント領域の屈折率分布をグレーデットインデックス型、放物線形状、三角波形状、方形波形状、台形波形状からなるグループから選ばれた1つとすることによりモードフィールド径の長短による透過光減衰量の波長依存特性を大きくしたものである。

この光減衰器の構成によって、異なる2波長の光信号で、その波長が短波長でその差が小さい( $1300\text{nm}\pm 50\text{nm}$ )光信号を入力した場合に、同一の光減衰量が得られる。

本発明の光減衰器は、シングルモード光ファイバ中に波長が短いほど透過光を大きく減衰させるドーパント材料を含有したものであって、その含有領域を、コアの外周部に制限し、コアのドーパントを含有しない中心部分の屈折率をコアの外周部分に比べ高くした構成にしたものである。この場合、コアのドーパントを含有しない中心部分の屈折率プロファイルをグレーデットインデックス型、放物線形状、三角波形状、方形波形状、台形波形状からなるグループから選ばれた1つとすることによりモードフィールド径の長短による透過光減衰量の波長依存特性を大きくしたものである。

この光減衰器の構成によって、異なる2波長の光信号で、その波長が長波長でその差が小さい( $1550\text{nm}\pm 50\text{nm}$ )光信号を入力した場合に、同一の光減衰量が得られる。

本発明の光減衰器は、シングルモード光ファイバ中に波長が短いほど透過光を大きく減衰させるドーパント材料を含有した光減衰器であって、その含有領域をコアの中心部分に制限し、コアのドーパントを含有しない中心部分の屈折率をコアの外周部分に比べ高くした構成にしたものである。この場合、コアのドーパントを含有しない中心部分の屈折率プロファイルをグレーデットインデックス型、放物線形状、三角波形状、方形波形状、台形波形状からなるグループから選ばれた1つとすることによりモードフィールド径の長短による透過光減衰量の波長依存特性を大きくしたのである。

この光減衰器の構成によって、異なる2波長の光信号で、その波長の違いによる透過光減衰量の差をできる限り大きくしたもののが得られる。

本発明の光減衰器は、シングルモード光ファイバ中に波長が長いほど透過光を大きく減衰させるドーパント材料を含有したものであって、その含有領域を、コアの外周部に制限し、ドーパント領域の屈折率分布をグレーデッドインデックス型として、モードフィールド径の長短による透過光減衰量の波長依存特性を大きくしたものである。

本発明の光減衰器は、シングルモード光ファイバのドーパント領域を光信号伝送に実質的に寄与するモードフィールドを光ファイバの横断面内でその半径方向に見て、含有濃度が不均一に分布するように、光ファイバ中に、透過光減衰特性が光信号の波長に依存するドーパントを含有させ、コアの中心部分の屈折率をコアの外周部分に比べ高くした構成にしたものである。この場合、ドーパント領域の屈折率分布をグレーデットインデックス型、放物線形状、三角波形状、方形波形状、台形波形状からなるグループから選ばれた1つとすることによりモードフィールド径の透過光減衰特性の波長依存性を大きくしたものである。

この光減衰器の構成によって、ドーパント領域の狭さとドーパント濃度の濃さを低く抑えたとしても必要な減衰特性が得られる。

#### 図面の簡単な説明

図1は本発明による光減衰器の一実施例の構成を示し、図の上部には光減衰器の端面を表わされ、下部にはその側面から見た屈折率プロファイルが表わされている。図2は本発明の光減衰器をフェルールの中心に配置して使用する状態を示す図である。図3(a)、(b)は各種ドーパントをパラメータとして波長と損失の関係を示すグラフである。図4は本発明の光減衰器中の光信号パワー分布を示す図である。図5は本発明の光減衰器においてコアの軸芯付近の最大の屈折率とクラッド部分の屈折率の差を $\Delta 1$ 、コアの外周部分の最大の屈折率とクラッド部分の屈折率の差を $\Delta 2$ としたとき屈折率差比 $\Delta 1/\Delta 2$ と $1.50\mu m$ と $1.60\mu m$ での損失差との関係を示すグラフである。図6は本発明による光減衰器のコア中心部にコバルトCoを添加した場合の波長に対する減衰量を示す線図である。図7は本発明による光減衰器の他の実施例の構成を示し、図の上部には光減

衰器の端面を表わされ、下部にはその側面から見た屈折率プロファイルが表わされている。図8はコア全体にサマリウムSmを含有させた場合と、軸芯のみにサマリウムSmを含有させた場合の波長に対する減衰量を示す線図である。図9はコア全体にコバルトCoを含有させた場合と、コアの外周のみにコバルトCoを含有させた場合の波長に対する、減衰量を示す線図である。

5 符号の説明

5、5' ……シングルモード光ファイバ

6、6' ……コア

6a、6a' ……コアの中心部分（センターコア）

10 （センター領域の軸芯に近い部分）

6b、6b' ……コアの外周部（アウターコア）

（コアの外周に近い部分）

7、7' ……ドーパント領域

9、9' ……モードフィールド

15 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の光減衰器における好ましい実施の形態例について図面にしたがって説明する。

図1は、本発明の光減衰器の構成を示す端面図である。図の上部には、光減衰器の端面が表され、下部には、その側面から見た屈折率プロファイルが表されている。この光ファイバ5は、例えば図2に示したような方法でフェルール2の中心に配置して使用される。すなわち、その一端から光信号を受け入れ、一定量の光信号を減衰させた上で他端に出力するように使用される。光ファイバ5にはその目的のために光信号を減衰させるためのドーパントを含有させる。

ここで、本発明の光減衰器は、光ファイバ5のコア6の軸芯に近い部分6a（センターコア）の屈折率プロファイルをグレーデットインデックス型（外周部分から中心部に向かって連続的に屈折率が高くなる）とし、この領域7内に高い含有濃度のドーパントを含有する。そのドーパント領域7に図では、ハッチングを付している。

シングルモードファイバでは、コア径2a2が極めて小さいため、光信号のエネ

ルギーは実際にはコア6を中心としてコア6の外周部にあるクラッド8の一部にまではみ出して伝搬する。そのエネルギーの大部分が含まれる範囲が、実質的に光信号伝送に寄与するモードフィールド9部分で、定量的には後で式1を用いて説明する方法で求められる。なお、これは、ステップインデックス型ファイバのものでもグレーテッドインデックス型ファイバのものでも同様である。図1に示す光ファイバ5は、モードフィールド9の直径は $2\omega$ 、ドーパント領域7の直径は $2a_1$ 、コア6の直径は、 $2a_2$ と表した。また、コア6の軸芯付近の最大の屈折率とクラッド8部分の屈折率の差を $\Delta_2$ 、コア6の外周部分6b（アウターコア）の最大の屈折率とクラッド8部分の屈折率の差を $\Delta_1$ と表した。

ここで、このような光信号減衰のための光ファイバ5中に含有させるドーパントの説明を行なう。図3(a)、(b)は、各種ドーパントの波長と損失の関係を示している。グラフの縦軸には、波長をナノメータ[nm]で表し、縦軸には、光減衰量を[dB/km]で表した。通常、通信用光ファイバには、遷移金属あるいは希土類金属のドーパントが使用され、それぞれ1種または2種以上を混合して使用することもできる。図3(a)において、①はマンガンMn、②はニッケルNi、③はクロムCr、④はバナジウムV、⑤はコバルトCo、⑥は鉄Fe、⑦は銅Cuの特性を示している。図3(b)において、⑧はサマリウムSm、⑨はツリウムTmの特性を示している。

本発明の光減衰器の第1の実施例では、光信号の波長が長いほど透過光を大きく減衰させるドーパントを使用する。この光減衰器で使用する波長を例えば、1.5 μm～1.6 μm程度とすれば、この図3(a)の⑤に示すコバルトCoがドーパントとして適していることが分かる。

図4に、このようなコバルトCoをドーパントとして使用し、図1に示すような領域に、このドーパントを含有させた場合の光信号パワー分布を示す。図4は、縦軸に出力パワーを示し、横軸はファイバの径方向の位置を示している。図4のK1は、1.50 μmの波長の光信号を光ファイバ中で伝送した場合の半径方向に見たパワー分布である。また、曲線K2は、1.60 μmの光信号についてのパワー分布を示す。

表1には、図4に示した本発明の光減衰器の第1実施例に係る構造のファイバ

と通常のステップインデックス型のファイバに、各々波長  $\lambda_1 = 1.50 \mu\text{m}$ ,  $\lambda_2 = 1.60 \mu\text{m}$  を入力した場合の各ファイバにおける各波長  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  に対応するモードフィールド径（以下、「MFD径」という。）の差を示す。

表1

5

	1.50 $\mu\text{m}$ と 1.60 $\mu\text{m}$ での モードフィールド径の差 ( $\mu\text{m}$ )
実施例	0.52
ステップ インデックス	0.25

10 これは、すなわち、本発明に係るファイバの方が、波長の違いによるMFD径の差が大きい（波長依存性が大きい）ことを示している。

そして、コアの軸芯部分に集中的にコバルト Co を含有させると、波長の長い信号程、全体の信号エネルギーからみた減衰の影響を受ける部分の割合が少なくなる。

15 このことは、ドーパント部材の光減衰量の波長依存性を打ち消すことを示している。

その結果、全体としてみた場合に、この減衰器では著の波長の差が小さい短い波長の光信号と長い波長の光信号が、共に同程度の減衰量で減衰することになる。

20 従来のステップインデックス型ファイバの場合、上述した第1実施例と同程度の減衰量を示す設計をすると、MFD径の光減衰量の波長依存性が少ないため、コバルト Co のドーパント領域を狭くしなければならず、結果として、ドーパントの含有濃度が高くなり、製造上重大な問題を生じていた。

式1を参照して以下に具体例を示す。式1は、光ファイバの減衰量  $\alpha$  とモードフィールド径  $\omega$  の演算方法を示す説明図である。

数1

減衰量 $\alpha$	$\alpha = \frac{\int \alpha_{Co} A(r) P(r) r dr}{\int P(r) r dr} \quad \dots \dots (1) \text{式}$ <p><math>\alpha</math> : 1cm当たりの減衰量  <math>r</math> : ファイバの径方向の座標  <math>A(r)</math> : 径方向の Co の含有濃度  <math>\alpha_{Co}</math> : Co の吸収係数  <math>P(r)</math> : 径方向の光パワー分布</p>
モードフィールド径 $\omega$	$2\omega = 2 \left[ 2 \frac{\int P^2(r) r^3 dr}{\int P^2(r) r dr} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \dots \dots (2) \text{式}$ <p><math>P(r)</math> : 径方向の光パワー分布  <math>r</math> : ファイバの径方向の座標</p>

式(1)に示すように、光ファイバにおける光信号の減衰量  $\alpha$  は光信号の半径方向のパワー分布  $P(r)$  とドーパントであるコバルトの含有濃度分布によって求めることができる。モードフィールド径  $\omega$  は式(2)によって求めることができる。

コバルト Co を含有するプロファイルをグレーテッドインデックス型とする領域のコア径に対する比  $(a_1/a_2)$  は、大きすぎても小さすぎてもステップインデックス型に近づいていきモードフィールド径  $\omega$  の波長依存性はステップインデックス型に近づいてしまう。また、比  $(a_1/a_2)$  が小さい場合、モードフィールド径  $\omega$  の波長依存性が小さくてもコバルト Co のドーパント領域が小さくなることにより、減衰量  $\alpha$  の波長依存性は少なくなるが、コバルト Co の添加量が大きくなることや工程数の増加等の問題がある。ここでは  $a_1/a_2 = 0.5$  を使用した結果を示す。

図5に屈折率の差の比率  $\Delta_1/\Delta_2$  を横軸に、 $1.55 \mu m$ での減衰量を 10 d

Bとしたときの1. 50 μmと1. 60 μmでの損失（減衰量）差を縦軸にとったグラフを示す。図5より、 $\Delta_1/\Delta_2$  が大きい程1. 50 μmと1. 60 μmでの減衰量差が広がる。この値でドーパント部材の減衰量の波長依存性を相殺すればよい。

5 なお、表2には図5に示した波長依存性の少ない $\Delta_1/\Delta_2=0.75$ のファイバの構造特性を示した。 $\Delta_1/\Delta_2$  が0.35になっていないのは曲げ損失等を考慮した実用的なファイバ構造を示しているためである。

10 図6には、表2のファイバの波長に対する減衰量を示している。光減衰器のコア中心部にコバルトCoを添加し、プロファイルをグレーテッドインデックス型にすることで波長依存性が小さくなっている。

表2

	コア径	$a_1/a_2$	$\Delta_1/\Delta_2$	MFD (1.50 μm)	MFD (1.60 μm)
実施例	7.4 μm	0.5	0.5	9.15	9.67
ステップインデックス	9.5 μm	0.5	0.5	9.26	9.51

15 このサンプルは、コバルトCoが含有されている範囲内でコバルトの濃度分布を全て一定になるように設定した。光ファイバの減衰量は10 dB/mになるよう設定した。この結果、 $a_1/a_2=0.5$ では、 $\Delta_1/\Delta_2=0.35$ で波長依存性が無くなっている。 $a_1/a_2$  が大きくなった場合には、 $\Delta_1/\Delta_2$  を大きくし、 $a_1/a_2$  が小さくなった場合には、 $\Delta_1/\Delta_2$  を小さくすることで波長無依存な光減衰器を得ることができる。

20 上記第1の実施例では、ドーパントとして光信号の波長が長いほど透過光を大きく減衰させるものを光ファイバ5のコア6の軸芯に近い部分6a（センターコア）に使用した。一方、ドーパントを含有させる領域を変更することによって、光信号の波長が短いほど透過光を大きく減衰させるものを使用することもできる。例えば、図3（a）の例では、④のバナジウムV等が挙げられる。

25 図7に光信号の波長が短いほど透過光を大きく減衰させるものを使用した本発明の光減衰器の第2の実施例を示す。この第2の実施例では、光信号の波長が短

いほど透過光を大きく減衰させるドーパントを屈折率プロファイルをグレーテッドインデックス型にした径を除くコア6'の部分6b（アウターコア）に含有させドーパント含有領域7'を構成している。この場合には、パワー分布が光ファイバ5'の半径方向に広がる波長の長い光信号ほどドーパントの影響を受ける。

5 このように本発明の光減衰器では、シングルモード光ファイバの光信号伝送に実質的に寄与するモードフィールド9、9'の波長依存性を屈折率プロファイルを制御することで大きくし、光ファイバ5、5'のコア6、6'の横断面内で見てドーパントの含有濃度分布を適当に選択し、透過光減衰特性が光信号の波長に依存するドーパントを用いて、一定の範囲内の波長の光信号に対する光減衰特性をほぼ等しく調整することができる。なお、上記実施例では、ドーパントをコア10 6の軸芯部分6aあるいはコア6の周辺部分6bにのみ含有させているが、適当な濃度分布をつけるようにしても差し支えない。また、全ての光信号波長に対して均一な特性を得なければならないわけではなく、幾つかの範囲の光信号に対して、範囲毎に一定の減衰量が得られるように含有範囲を設定することが可能である。

15 第1、第2実施例の場合は、特に入力される異なる2種類の波長の光信号の波長の差が小さいものに対して、略同一の減衰量を得るのに有効な構成である。

次に、本発明の光減衰器の第3の実施例を説明する。

シングルモードファイバのコアの軸芯付近の屈折率プロファイルは、上述した20 第1、第2の実施例のものと同様である。

異なる部分は、軸芯部分に含有させるドーパント部材を、波長が短いほど透過光を大きく減衰させる部材、例えば、図3（b）の⑧に示すサマリウムSmを含有させ、軸芯部分の屈折率をグレーテッドインデックス型とする部分の径とコア径との比を調整することで、MFD径の波長依存性を大きくしていることである。

25 図8は、コア全体にサマリウムSmを含有させた場合と、軸芯のみにサマリウムSmを含有させた場合の波長に対する、減衰量を示したもので、図より1530nm～1550nmの間で、軸芯のみにサマリウムSmを含有させた方が減衰量が大きいことがわかる。

このような構成にすると、波長の異なる2種類の光信号を入力すると、波長が

短い光信号ほど大きく減衰することになるが、必要以上にセンターコア径を小さくして、かつドーパント濃度も濃くしなくとも大きな減衰量が得られる。

したがって、波長の異なる2種類の光信号を入力して、これら光信号の減衰量の差を大きくしたい場合に、極めて有効な構成である。

5 次に、本発明の光減衰器の第4の実施例を説明する。

シングルモードファイバのコアの軸芯付近の屈折率プロファイルは、上述した第1、第2の実施例のものと同様である。

異なる部分は、軸芯部分の屈折率プロファイルをグレーテッドインデックス型とした径の外周のコアの部分に、波長が長いほど透過光を大きく減衰させる部材、

10 例えば、コバルトC<sub>o</sub>を含有させ、軸芯部分の屈折率をグレーテッドインデックス型とする部分の径とコア径との比を調整することで、MFD径の波長依存性を大きくしていることである。

図9は、コア全体にコバルトC<sub>o</sub>を含有させた場合と、コアの外周のみにコバルトC<sub>o</sub>を含有させた場合の波長に対する、減衰量を示したもので、図より15  
15 60 nm～1570 nmの間で、コアの外周のみにC<sub>o</sub>を含有させた方が減衰量が大きいことがわかる。

このような構成にすると、波長の異なる2種類の光信号を入力すると、波長が長い光信号ほど大きく減衰することになるが、必要以上にドーパント濃度を濃くしなくても大きな減衰量が得られる。

20 したがって、波長の異なる2種類の光信号を入力して、これら光信号の減衰量の差を大きくしたい場合に、極めて有効な構成であることがわかる。

#### 産業上の利用の可能性

以上の説明から明らかなように、本発明の光減衰器によれば、ドーパントの含有濃度を比較的低く押さえながら、その含有範囲も実現できる範囲である光減衰器の構成で、極めて近い波長の異なる光信号に対して、光減衰量を一定にすることが可能である。

また、本発明の光減衰器によれば、波長が異なる光信号に対して、光ファイバの各特性を安定させた状態で、かつドーパント濃度や含有領域範囲が現実的であって光減衰量の差を可及的に大きくすることが可能である。

特に、コア内の軸芯付近の屈折率をコアの外周部分に比べ高くし径とコア径との比を調整することで、MFD径の波長依存性を大きくして、例えば、波長が長い信号ほど減衰量が大きくなるドーパント部材をコア内の軸芯付近の屈折率をコアの外周部分に比べ高くした径内に集中的に含有させ、ドーパント部材の減衰量

5 波長依存性を相殺すれば、波長の違いによる減衰量を同一にすることができる。

また、コア内の軸芯付近の屈折率をコアの外周部分に比べ高くした径を除くコア内に波長が短いほど減衰量が大きくなるドーパント部材を集中的に含有させることにより、波長差が少ない光信号の減衰量を同一にするために有効な手段となる。

10 さらに、コア内の軸芯付近の屈折率をコアの外周部分に比べ高くした構成にした径とコア径との比を調整することで、MFD径の波長依存性を大きくして、例えば、波長が短いほど減衰量が大きくなるドーパント部材をコア内の中心部分の屈折率をコアの外周部分に比べ高くした径内に集中的に含有させ、ドーパント部材の減衰量波長依存性を大きくすることにより波長の違いによる減衰量の差を大

15 きくすることが可能となる。

また、コア内の軸芯付近の屈折率コアの中心部分の屈折率をコアの外周部分に比べ高くした径を除くコア内に波長が長いほど減衰量が大きくなるドーパント部材を集中的に含有させることにより、波長の違いによる光信号の減衰量の差を大きくしたい場合に、MFD径を必要以上に小さくすることなく、かつドーパント濃度も必要以上に濃くせずに実現するのに極めて有効な手段となる。

20

## 請求の範囲

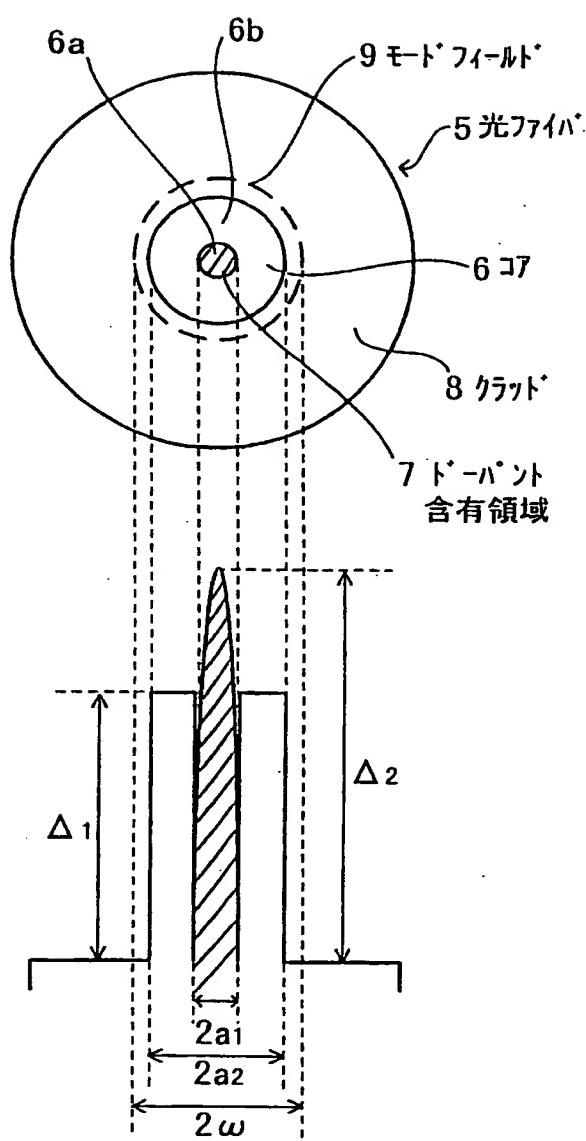
1. シングルモード光ファイバのコアの中心部分の屈折率を前記コアの外周部分に比べ高くしたことを特徴とする光減衰器。
2. 前記コアの屈折率分布をグレーデットインデックス型、放物線形状、三角波形状、方形波形状、台形波形状からなるグループから選ばれた1つとすることによりモードフィールドの波長依存性を大きくしたことを特徴とする請求項1記載の光減衰器。
3. シングルモード光ファイバ中に、波長が長いほど透過光を大きく減衰させるドーパントを含有させた光減衰器であって、ドーパント領域をコアの中心部に制限し、前記コアの中心部分の屈折率を前記コアの外周部分に比べ高くしたことを特徴とする光減衰器。
4. 前記ドーパント領域の屈折率分布をグレーデットインデックス型、放物線形状、三角波形状、方形波形状、台形波形状からなるグループから選ばれた1つとしたことを特徴とする請求項3記載の光減衰器。
5. シングルモード光ファイバ中に、波長が短いほど透過光を大きく減衰させるドーパントを含有させた光減衰器であって、ドーパント領域をコアの外周部に制限し、前記コアのドーパントを含有しない中心部分の屈折率を前記コアの外周部分に比べ高くしたことを特徴とする光減衰器。
6. 前記コアのドーパントを含有しない中心部分の屈折率プロファイルをグレーデットインデックス型、放物線形状、三角波形状、方形波形状、台形波形状からなるグループから選ばれた1つとしたことを特徴とする請求項5記載の光減衰器。
7. シングルモード光ファイバ中に、波長が短いほど透過光を大きく減衰させる

ドーパントを含有させた光減衰器であって、ドーパント領域をコアの中心部分に制限し、前記コアの中心部分の屈折率を前記コアの外周部分に比べ高くしたことを特徴とする光減衰器。

8. 前記ドーパント領域の屈折率分布をグレーデットインデックス型、放物線形状、三角波形状、方形波形状、台形波形状からなるグループから選ばれた1つとしたことを特徴とする請求項8記載の光減衰器。
9. シングルモード光ファイバ中に、波長が長いほど透過光を大きく減衰させるドーパントを含有させた光減衰器であって、ドーパント領域をコアの外周部分に制限し、前記コアの中心部分の屈折率を前記コアの外周部分に比べ高くしたことを特徴とする光減衰器。
10. 前記ドーパント領域の屈折率分布をグレーデットインデックス型、放物線形状、三角波形状、方形波形状、台形波形状からなるグループから選ばれた1つとしたことを特徴とする請求項9記載の光減衰器。

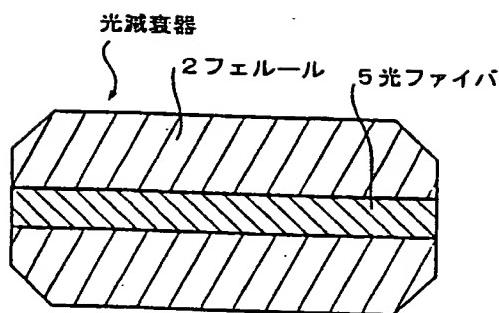
## 図 面

第1図

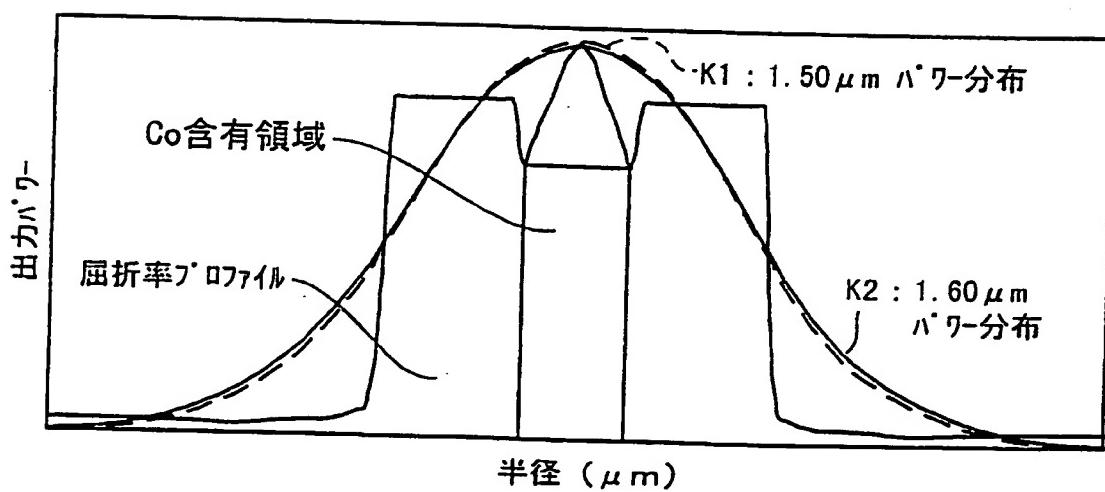


**THIS PAGE BLANK (USPFO)**

第2図



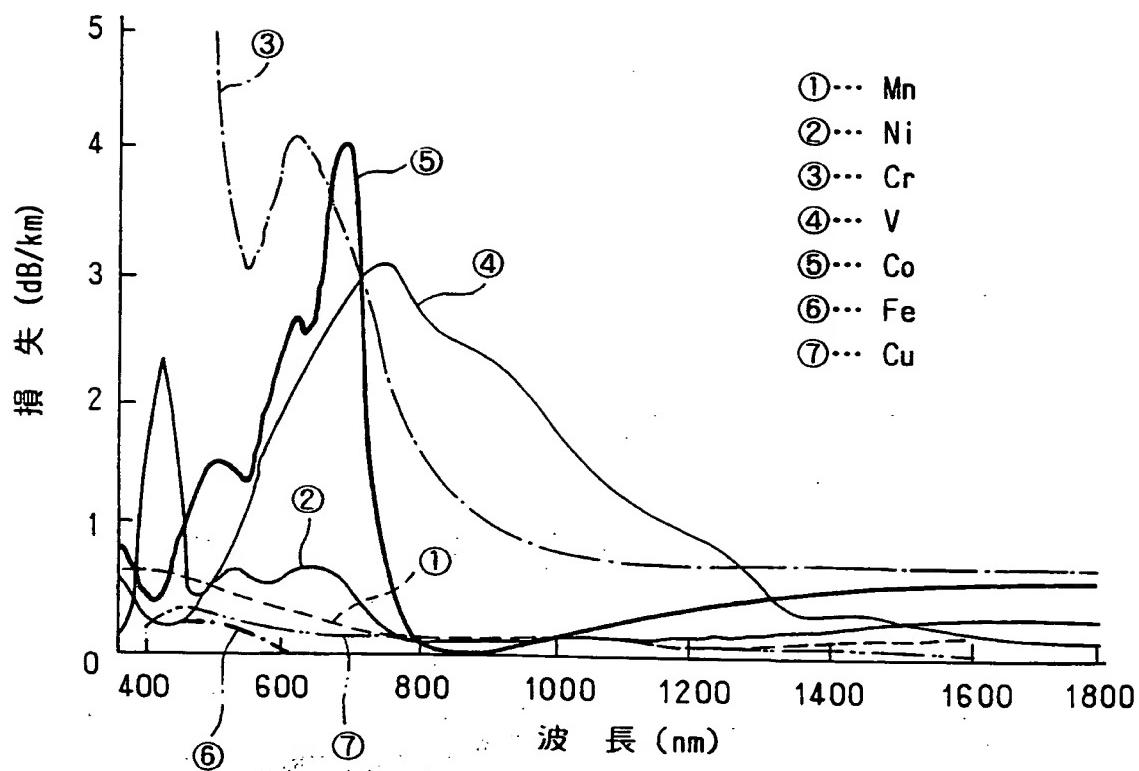
第4図



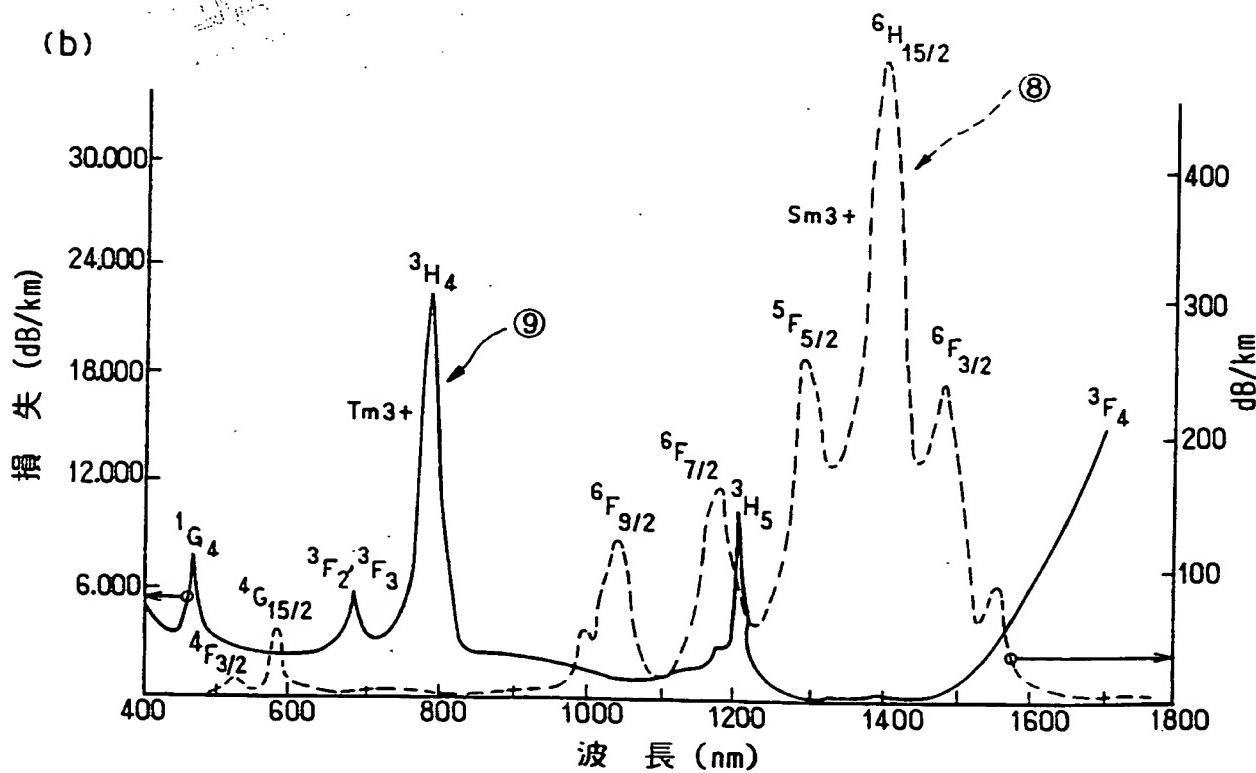
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

第3図

(a)

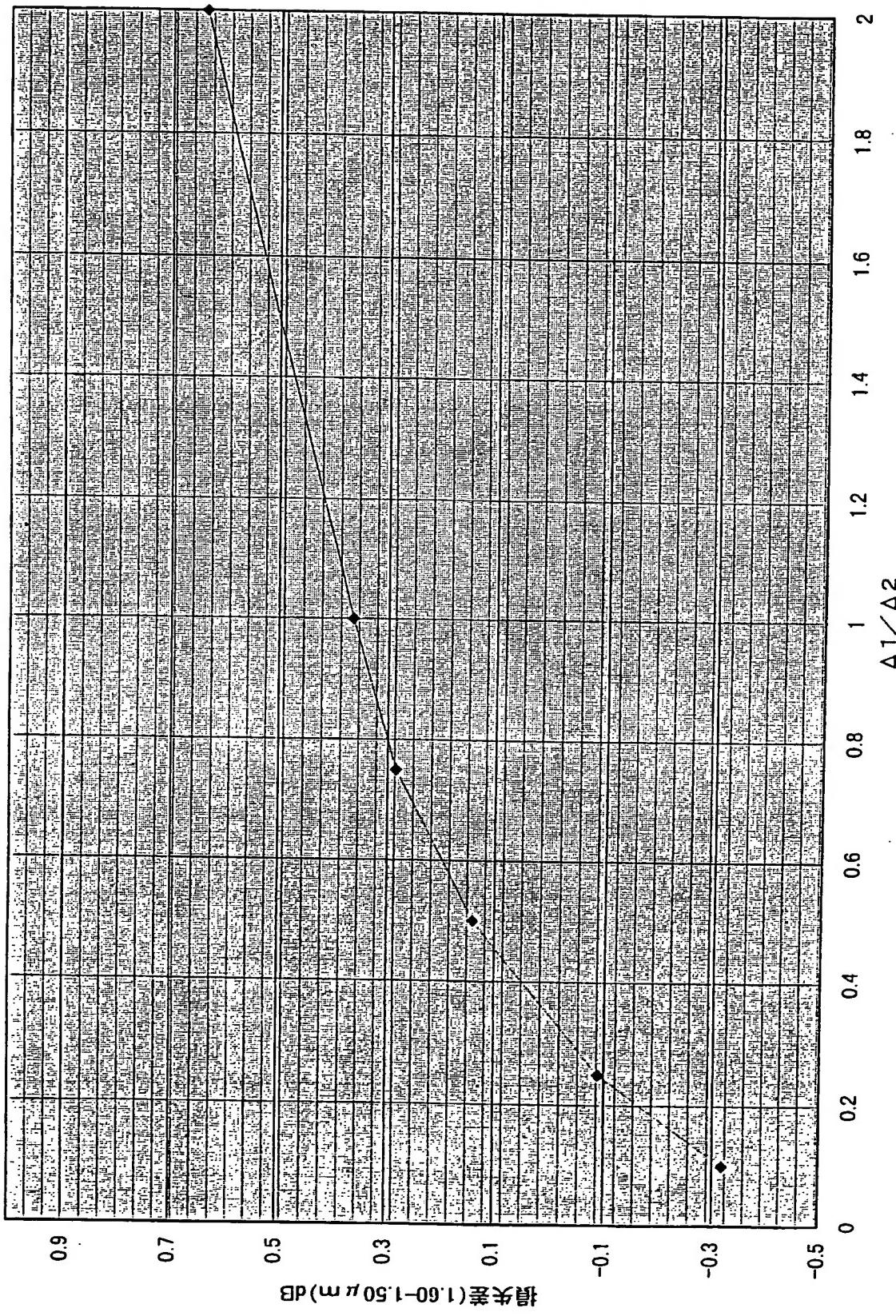


(b)



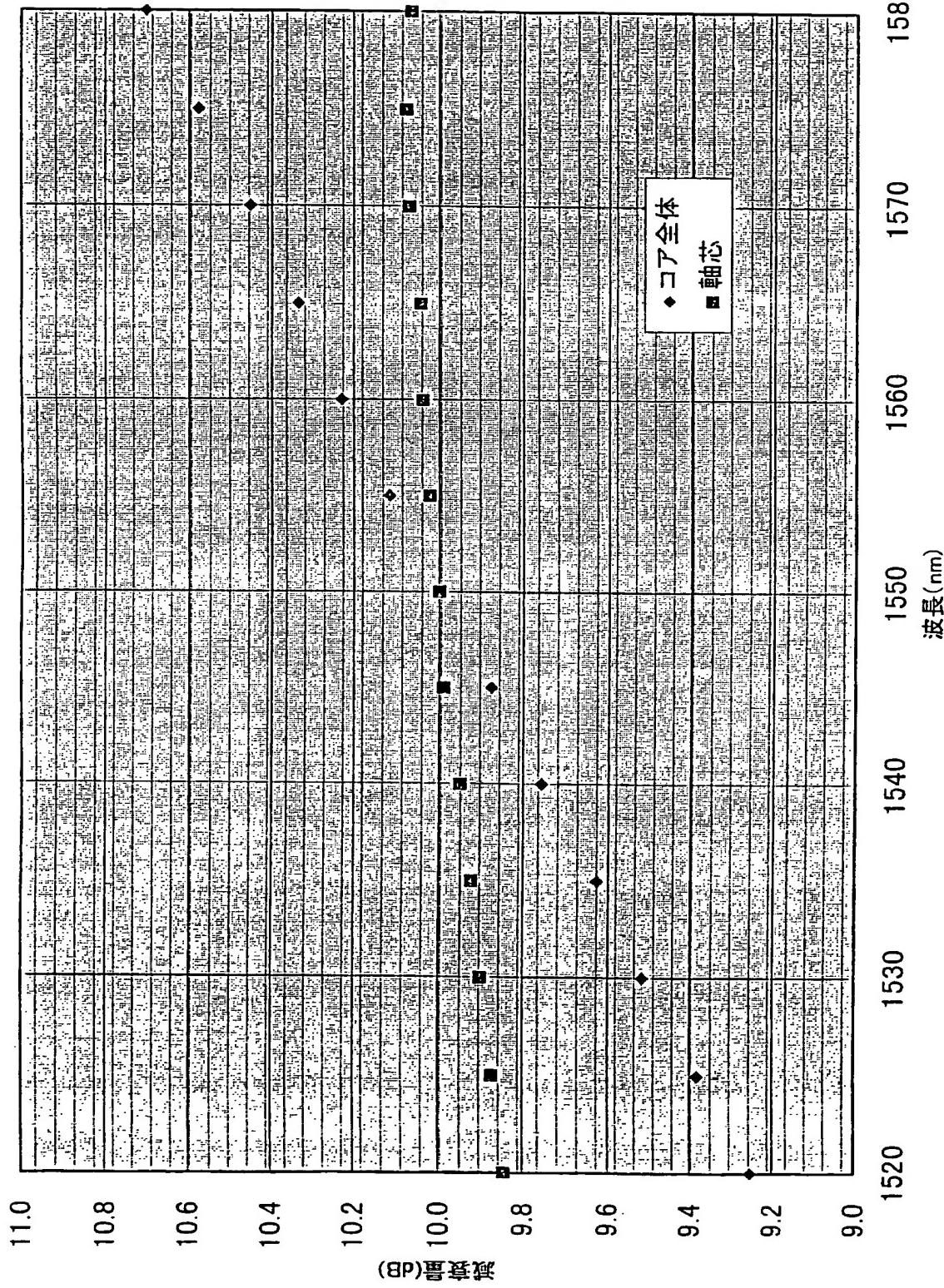
THIS PAGE BLANK (USAF)  
1

第5図



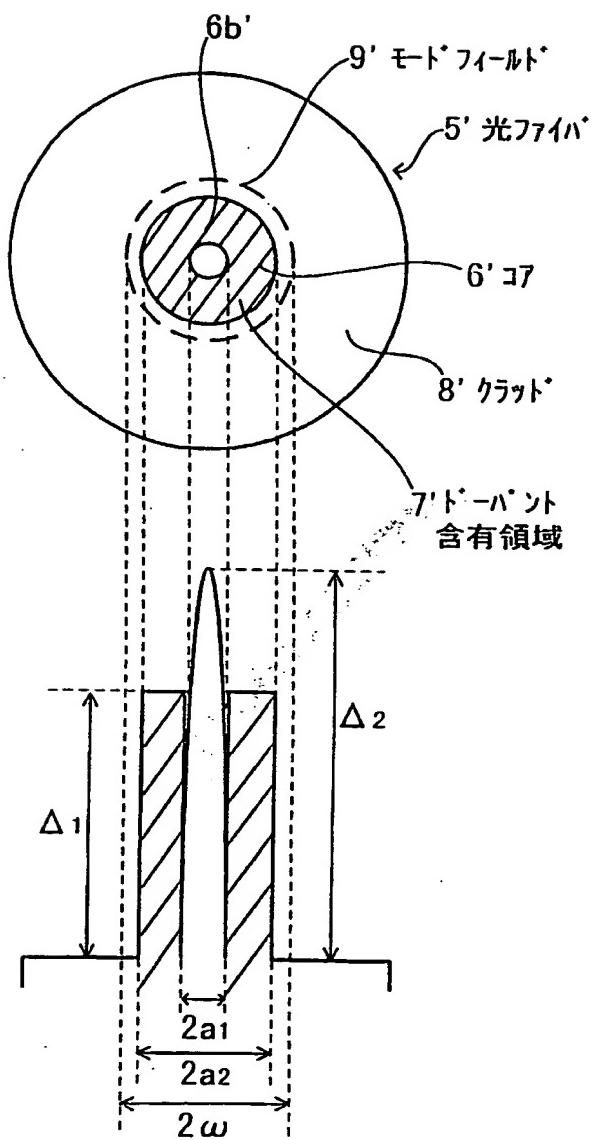
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第6図



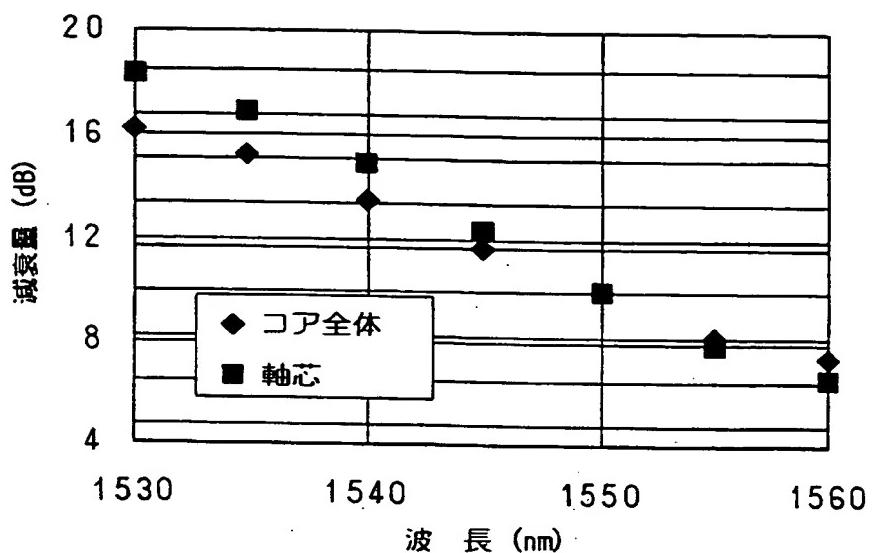
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第7図

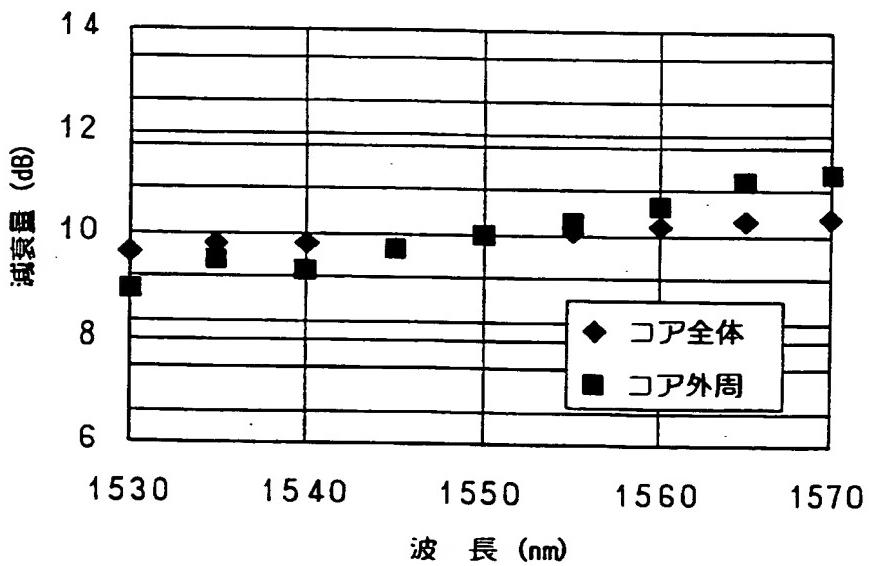


THIS PAGE BLANK (USPTO)

第8図



第9図



THIS PAGE BLANK (USPS) 0

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07230

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> G02B6/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> G02B6/00, G02B6/16, G02B6/18, G02B6/22Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 62-275203, A (Fujitsu Limited), 30 November, 1987 (30.11.87), page 2, lower left column, line 9 to page 3, upper left column, line 10; Figs. 1 to 2	1-2
A	JP, 11-264908, A (SHOWA ELECTRIC WIRE & CABLE CO., LTD.), 28 September, 1999 (28.09.99), Par. Nos. [0006]-[0011]	3-10
A	JP, 10-339822, A (Mitsubishi Cable Industries, Ltd.), 22 December, 1998 (22.12.98), Par. Nos. [0012]-[0014]; Fig. 1	3-10

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search  
07 December, 2000 (07.12.00)Date of mailing of the international search report  
19 December, 2000 (19.12.00)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized Officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/07230

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. C17 G02B6/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. C17 G02B6/00, G02B6/16, G02B6/18, G02B6/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 62-275203, A (富士通株式会社) 30. 11月. 1987 (30. 11. 87) 第2頁左下欄第9行目～第3頁左上欄第10行目、第1-2図	1-2
A	JP, 11-264908, A (昭和電線電纜株式会社) 28. 9月. 1999 (28. 09. 99) 段落番号【0006】～【0011】	3-10

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 12. 00

国際調査報告の発送日

19.12.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号 100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

吉田英一

2K 9124



電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 10-339822, A (三菱電線工業株式会社) 22. 12月. 1998 (22. 12. 98) 段落番号【0012】-【0014】、図1	3-10

THIS PAGE BLANK (USPTO)

E P

U S

P C T

## 特許協力条約

## 国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)  
〔PCT18条、PCT規則43、44〕

出願人又は代理人の書類記号	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。		
国際出願番号 PCT/JP00/07230	国際出願日 (日.月.年) 18.10.00	優先日 (日.月.年)	22.10.99
出願人(氏名又は名称) 昭和電線電纜株式会社			

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 4 ページである。

この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

- a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。
  - この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。
- b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。
  - この国際出願に含まれる書面による配列表
  - この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
  - 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表
  - 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
  - 出願後に提出した書面による配列表が、出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。
  - 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2.  請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3.  発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は  出願人が提出したものと承認する。

次に示すように国際調査機関が作成した。

## 5. 要約は

出願人が提出したものと承認する。

第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

## 6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 出願人が示したとおりである。

なし

出願人は図を示さなかった。

本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE IS BLANK (USPTO)

## 第III欄 要約（第1ページの5の続き）

シングルモード光ファイバ5のコア6内の軸芯付近6aの屈折率をコアの外周部分6bに比べ高くし、ドーパント部材をコア6の軸芯付近6a又は外周部分6bに集中的に含有させる。コア6内の軸芯付近6aの屈折率をコアの外周部分6bに比べ高くすることで、モードフィールド径の波長依存性が大きくなる。それにより、減衰の影響を受ける光信号エネルギーの割合が変化し、ドーパント部材の光減衰量の波長依存性が相殺又は増大される。その結果、波長差の小さい光信号に対して光減衰量を一定にしたり、又はドーパントの濃度や含有領域を実現可能な範囲に抑えつつ、波長の違いによる光減衰量の差を大きくすることができます。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' G02B6/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' G02B6/00, G02B6/16, G02B6/18, G02B6/22

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 62-275203, A (富士通株式会社) 30. 11月. 1987 (30. 11. 87) 第2頁左下欄第9行目～第3頁左上欄第10行目、第1-2図	1-2
A	J P, 11-264908, A (昭和電線電纜株式会社) 28. 9月. 1999 (28. 09. 99) 段落番号【0006】-【0011】	3-10

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 12. 00

国際調査報告の発送日

19. 12. 00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

吉田英一

2K 9124



電話番号 03-3581-1101 内線 3255

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

C(続き) 関連すると認められる文献	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	JP, 10-339822, A (三菱電線工業株式会社) 22. 12月. 1998 (22. 12. 98) 段落番号【0012】-【0014】、図1	3-10

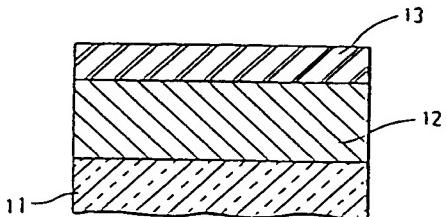
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## (54) SYNTHETIC RESIN LENS

(11) 62-275201 (A) (43) 30.11.1987 (19) JP  
 (21) Appl. No. 61-284002 (22) 28.11.1986 (33) JP (31) 85p.278755 (32) 11.12.1985  
 (71) ASAHI OPTICAL CO LTD (72) KOJI FUTAKI(4)  
 (51) Int. Cl'. G02B1/10,G02B1/04

**PURPOSE:** To improve heat resistance, impact resistance, scratching resistance and antireflection power and to permit dyeing of a lens by providing a hard coat layer consisting of a synthetic resin film of a specific film thickness which has the refractive index within the specific value of the difference in the refractive index from the refractive index of a synthetic resin lens substrate having the specific refractive index onto the surface of said lens substrate.

**CONSTITUTION:** The hard coat layer 12 consisting of the synthetic resin film of 0.5~10 $\mu$ m film thickness which has the refractive index within  $\pm 0.06$  difference in the refractive index from the synthetic resin lens substrate 11 having 1.49~1.65 refractive index is provided onto the surface of the synthetic resin lens substrate 11. A resin (1.600 refractive index) prep'd. by copolymerizing, for example, 70pts.wt. tribromophenyl methacrylate, 20pts.wt. styrene, and 10pts. wt. ethylene glycol dimethacrylate with benzoyl peroxide as an initiator is usable for the synthetic resin lens substrate 11. The hard coat layer 12 consists preferably of an org. silane compd. as an essential component. The antireflection power is thereby satisfactorily maintained without deteriorating the heat resistance and impact resistance and the substantial scratching resistance is provided to the lens without spoiling dyeability.



## (54) POLARIZING PLATE

(11) 62-275202 (A) (43) 30.11.1987 (19) JP  
 (21) Appl. No. 61-118229 (22) 22.5.1986  
 (71) DAICEI CHEM IND LTD (72) TOSHIAKI TERAKAWA(1)  
 (51) Int. Cl'. G02B5/30

**PURPOSE:** To solve problems such as a decrease of transmittivity and complication of a production process for production by providing no protective film on both faces of a polarizing plate.

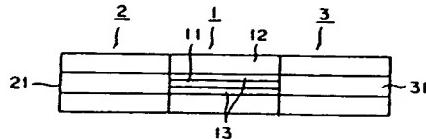
**CONSTITUTION:** The polarizing plate which does not require the protective film can be formed by orienting and adsorbing a dichroic dye onto a polyamide resin. The polyamide to be used includes more specifically nylon 11, nylon 12 or copolymers or nylons except said nylons, for example, polyether ester amide, etc. A metallic salt such as magnesium chloride may be added to the resin in order to improve the transparency of the polyamide. The dichroic dye to be used refers to a dye having an asymmetrical shape and absorption anisotropy and the dye exhibiting such characteristics includes, for example, azo, anthraquinone and thioindigo dyes.

## (54) FIXED ATTENUATOR FOR SINGLE MODE FIBER

(11) 62-275203 (A) (43) 30.11.1987 (19) JP  
 (21) Appl. No. 61-118505 (22) 23.5.1986  
 (71) FUJITSU LTD (72) KAZUHIKO SOEDA(1)  
 (51) Int. Cl'. G02B6/00,G02B6/10

**PURPOSE:** To stably attenuate signal light by connecting a single mode filter which has a different mode field diameter and whose core diameter is equal to the external diameter of an intermediate layer to a W type optical fiber which has the intermediate layer having a smaller refractive index than a clad part.

**CONSTITUTION:** The W type optical fiber 1 has the intermediate layer 13 having the smaller refractive index than the clad part 12 between a core part 11 and the clad part 12. An optical fiber 2 which has a core 21 whose diameter is equal to the external diameter of the intermediate layer 12 and also has the mold filed diameter different from the mold field diameter of the W type fiber 1 is connected to one terminal of the W type fiber 1. An optical fiber 3 which has a core 31 whose diameter equal to the external diameter of the intermediate layer 13 and also has a mold field diameter different from the mold field diameter of the W type fiber 1 is connected to the other terminal of the W type optical fiber 1. Consequently, signal light can be attenuated stably by the simple constitution.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑨日本国特許庁 (JP) ⑩特許出願公開  
⑪公開特許公報 (A) 昭62-275203

⑫Int.Cl.  
G 02 B 6/00  
6/10

識別記号 廣内整理番号  
C-7370-2H  
C-7370-2H

⑬公開 昭和62年(1987)11月30日  
審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭発明の名称 シングルモードファイバ用固定減衰器

⑮特 願 昭61-118505  
⑯出 願 昭61(1986)5月23日

⑰発明者 副田一彦 川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内  
⑱発明者 鈴木紀夫 川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内  
⑲出願人 富士通株式会社 川崎市中原区上小田中1015番地  
⑳代理人 弁理士 井桁貞一

明細書

1. 発明の名称

シングルモードファイバ用固定減衰器

2. 特許請求の範囲

コア部(11)とクラッド部(12)の間にクラッド部(12)の屈折率より小さな屈折率を有する中間層(13)を具えたW型光ファイバ(1)と、

中間層(13)の外径と等しいコア径を有しかつW型光ファイバ(1)のモードフィールド径と異なるモードフィールド径を有する光ファイバ(2)及び(3)とから構成され、

光ファイバ(2)及び(3)のコアとW型光ファイバ(1)の中間層(13)とが一致するように光ファイバ(2)及び(3)をW型光ファイバ(1)の両端面に接続したことを特徴とするシングルモードファイバ用固定減衰器。

3. 発明の詳細な説明

概要

クラッド部より小さな屈折率を有する中間層を具えたW型光ファイバに、このW型光ファイバと異なるモードフィールド径を有しかつコア径をW型ファイバの中間層の外径と同一にしたシングルモードファイバを、そのコアが前記W型光ファイバの中間層に一致するように接続して構成し、この接続部に信号光を通過させることにより、簡単な構成で安定して該信号光を減衰させることを可能にする。

産業上の利用分野

本発明は入力した信号光を所定の減衰率で減衰させるシングルモードファイバ用固定減衰器に関するもので、更に詳しく言えば、モードフィールド径の差異により生ずる信号光の減衰を利用したシングルモードファイバ用固定減衰器に関するものである。

光ファイバを信号伝送路とする光通信システム

THIS PAGE BLANK (USPTO)

## 特開昭62-275203 (2)

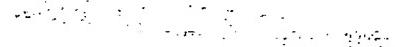
においては、受光部の光電特性に応じて、伝送された信号光を絶対レベルに減衰させる必要が生ずることがある。このような場合には、適切な固定減衰器を介して光ファイバを受光部に接続するようにしている。

一方、伝送容量の増大化及び中継スパンの長距離化に伴って、本質的に広帯域なシングルモードファイバが近年用いられるようになっているが、このシングルモードファイバにはマルチモードファイバに比べてコア径が小さく繊維的な接続に精度を要するという面もあり、容易構成により所望の減衰率を得ることのできるシングルモードファイバ用固定減衰器が要望されている。

### 従来の技術

シングルモードファイバに接続して所定の減衰率を得る方法として、提案されあるいは実用化されたものの一部を以下に示す。

(1) ファイバの端部、即ち受光部との接続部にスペーサーを介在させる。



安定な新たなクラッドモードの伝播が生じ、安定した減衰が得られないという問題がある。

本発明はこれらの問題に鑑みて創作されたもので、簡単な構成で安定した減衰を得ることの可能なシングルモードファイバ用固定減衰器を提供することを目的としている。

### 問題点を解決するための手段

第1図は本発明のシングルモードファイバ用固定減衰器の原理説明図を示す。

同図において、1はコア部1'1とクラッド部1'2の間にクラッド部1'2の屈折率より小さな屈折率を有する中間層1'3を具えたW型光ファイバである。

このW型光ファイバ1の一端には、前記中間層1'3の外径と等しい径のコア2'1を有しあつW型ファイバ1のモードフィールド径と異なるモードフィールド径を有する光ファイバ2が接続される。

W型光ファイバ1の他端には、前記一端と同様に、中間層1'3の外径と等しい径のコア3'1を有

- (2) ファイバの端部あるいはファイバ同志の突合せ部にフィルタ等の減衰体を設ける。
- (3) ファイバの途中にくびれを形成する。
- (4) ファイバの途中に曲げを形成する。
- (5) ファイバの途中にコア径の大きな別のファイバを介在させる。

### 発明が解決しようとする問題点

上述した従来技術のうち、(1)の方法では、減衰率を精度良くコントロールすることが困難であり実用上問題がある。

(2)の方法では、集光系のレンズ等を設ける必要があります、構成が複雑なものとなる。

(3)及び(4)の方法では、実用的な減衰率を得ようとすると、操作上の問題が生ずる。

(5)の方法は、モードフィールド径の異なるファイバ同志の接続により生ずる信号光の減衰を利用して注目に値するが、大コア径のファイバから小コア径のファイバに信号光が進入する際に、小コア径のファイバにおいて留出端の不

しあつW型ファイバ1のモードフィールド径と異なるモードフィールド径を有する光ファイバ3が接続される。

尚、光ファイバ2及び3のモードフィールド径の大小関係は特に限定されない。

### 作用

一般にシングルモードファイバの伝送モードにおける径方向の光パワー分布は、近似的にガウス分布となり、ピーク値の $1/e^2$ の光パワーとなる径をモードフィールド径と称する。

モードフィールド径の異なるファイバ同志を接続すると、これらの境界面を通過する信号光は、モードフィールド径の差異に応じて決定される所定の減衰量で減衰する。

この場合の減衰量Dは、それぞれのファイバのモードフィールド径を $\omega$ 及び $\omega'$ とすると、

$$D = -20 \log \left( 2\omega\omega' / (\omega^2 + \omega'^2) \right) \text{ dB}$$

と表される。

**THIS PAGE BLANK (USP TO)**

従って、本発明の固定減衰器の両端に、シングルモードファイバからなる伝送路を光コネクタ等の適当な接続手段を用いて接続すると、伝送路中を伝播してきた信号光は、伝送路と光ファイバ2の境界面、光ファイバ2とW型ファイバ1の境界面、W型ファイバ1と光ファイバ3の境界面、及び光ファイバ3と伝送路の境界面等において所定の比率で減衰して出力される。

その結果、簡単な構成で安定して信号光を減衰することが可能となる。

### 実施例

第1図に示された構造を有するシングルモードファイバ用固定減衰器は、例えば以下のように製造することができる。

W型ファイバ1の製造工程としては、まず内付CVD法によって純粋石英管の内面にクラッド部12となるべき酸化ゲルマニウムIVまたは五酸化リンをドープしたシリカガラス層をデボクットする。次にその内面に中間層13となるべきフッ素

W型ファイバ1、及び光ファイバ3のそれぞれの屈折率分布を示している。各ファイバのコア及び中間層の外径dは8.7μmであり、W型ファイバ1のコア部11の径dは2.0μm以下であった。光ファイバ2におけるコア21の比屈折率差 $\Delta_2$ 、W型ファイバ1における中間層13の比屈折率差 $\Delta_1$ 、及び光ファイバ3におけるコア31の比屈折率差 $\Delta_3$ は下記の式を満足するものである。

$$\Delta_2 \leq 0.2\%$$

$$\Delta_1 \geq 2.0\%$$

$$\Delta_3 \leq 0.2\%$$

上述した各ファイバパラメータは、所望の減衰率を得るための各モードフィールド径及び各ファイバのシングルモード伝送条件に応じて適宜決定され、これらのパラメータは、各ファイバ構成部分の感加熱ドープ量を加減することにより制御可能である。

このように成された固定減衰器の減衰は、以下のように算出される。いま、光ファイバ2、

をドープしたシリカガラスをデボクットする。最後にコア部11となるべき酸化ゲルマニウムIVをドープしたシリカガラスをデボクットしてプリフォームを作成し、通常の方法で巻引きを行なった後に所定の長さに切断してW型ファイバ1が得られる。

一方、光ファイバ2及び3は、通常の石英系ファイバの製造方法、例えば前述の内付CVD法により作成されたプリフォームを巻引きした後に、所定長さに切断することにより得られる。

これら光ファイバ2、3、及びW型ファイバ1は、コア21及び31の外径と中間層13の外径とがこれらの端面において一致するように、例えば通常の融着法により接続される。従って、コア部11の端面はコア21及び31の端面に包含されるかたちとなり、また、各ファイバのクラッド部の端面は一致することになる。そのため、回復層の不安定なクラッドモードの伝播が生じにくくなり、安定した減衰器が得られる。

第2図(a)、(b)、及び(c)は、光ファイバ2、

W型ファイバ1、及び光ファイバ3の各モードフィールド径 $\omega_2$ 、 $\omega_1$ 、及び $\omega_3$ は、前記各パラメータに従って、

$$\omega_2 = 14 \mu\text{m}$$

$$\omega_1 = 3 \mu\text{m}$$

$$\omega_3 = 14 \mu\text{m}$$

となっているとする。この固定減衰器の両端に例えばモードフィールド径 $\omega_0$ が10μmのシングルモードファイバを接続した場合における減衰器の総和 $D_t$ は、発明の詳細な説明における作用の項に示した式に従い、

$$D_t \approx -20 \log \left( 2 \omega_0 \omega_2 / (\omega_0^2 + \omega_2^2) \right) -20 \log \left( 2 \omega_2 \omega_1 / (\omega_2^2 + \omega_1^2) \right) -20 \log \left( 2 \omega_1 \omega_3 / (\omega_1^2 + \omega_3^2) \right) -20 \log \left( 2 \omega_3 \omega_0 / (\omega_3^2 + \omega_0^2) \right) \text{ dB}$$

となり、この式に各数値を代入して、

$$D_t = -16.5 \text{ dB}$$

となる。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

このように本実施例では、モードフィールド径の差異が比較的大きくなるように各ファイバパラメータを設定しているので、十分に実用的な減衰率を得ることができた。

#### 発明の効果

以上述べてきたように、本発明によれば、極めて簡易な構成で、十分実用的な減衰率を安定して得ることが可能になるという効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

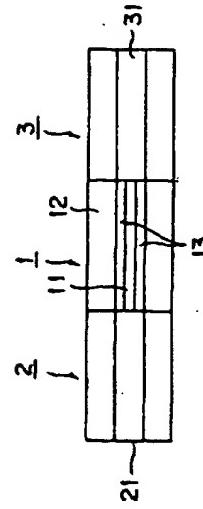
第1図は、本発明のシングルモードファイバ用固定減衰器の原理説明図。

第2図(a)、第2図(b)、及び第2図(c)は、各ファイバの屈折率分布を示す図である。

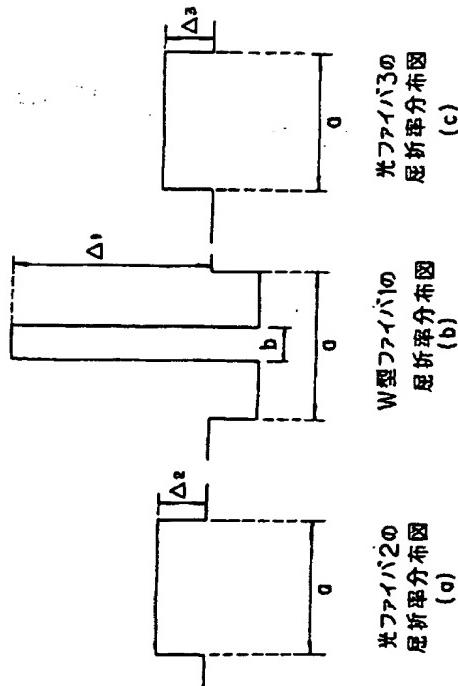
- 1 … W型ファイバ、 2, 3 … 光ファイバ、
- 1 1 … W型ファイバのコア部、
- 1 2 … W型ファイバのクラッド部、
- 1 3 … W型ファイバの中間層、

21, 31 … 光ファイバのコア。

出願人： 富士通株式会社  
代理人： 弁理士 井 桥



本発明の原理説明図  
第1図



第2図

**THIS PAGE BLANK (U8PFD)**

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11264908 A

(43) Date of publication of application: 28 . 09 . 99

(51) Int. Cl

G02B 6/00

(21) Application number: 10066768

(22) Date of filing: 17 . 03 . 98

(71) Applicant:

SHOWA ELECTRIC WIRE &  
CABLE CO LTD NIPPON TELEGR  
& TELEPH CORP <NTT>

(72) Inventor:

MORISHITA YUICHI  
KUMAGAI AKIRA  
MUTA KENICHI  
SAIJO MASASHI  
SUGI KAZUNARI  
TAKEUCHI YOSHIAKI  
NAGASE AKIRA  
SUMITA MAKOTO  
MITACHI NARIYUKI

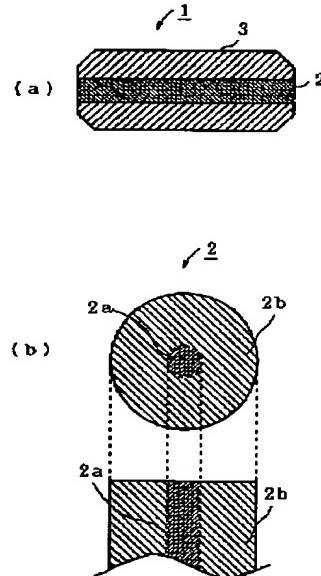
(54) OPTICAL ATTENUATOR

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an equal attenuation quantity for light signals of  $\approx$  kinds of wavelength with simple constitution.

SOLUTION: This optical attenuator consists of a single-mode optical fiber 2 consisting of a core and a clad for transmitting light signals differing in wavelength from each other; and an internal layer 2a of the single-mode optical fiber 2 contains with a high content density a dopant which increases the attenuation quantity of a light signal more as the wavelength of the light signal is longer and an external layer 2b of the single-mode optical fiber 2 contains as a high content density a dopant which increases the attenuation quantity of the light signal more as the wavelength of the light signal is shorter. The dopants that the internal layer 2a and external layer 2b contain may be contained reversely. Consequently, a long-wavelength light signal and a short-wavelength light signal can be given attenuation effect to nearly the same extent, so the wavelength dependency of the optical attenuator is reducible.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**